

PCT/JP 2004/007694

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

04.06.2004

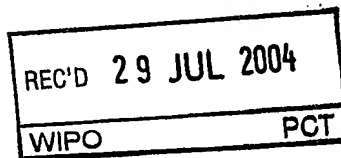
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 7 月 1 5 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 9 7 0 8 1
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 9 7 0 8 1]

出 願 人 T D K 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

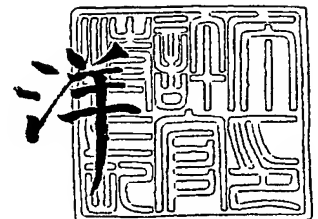


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 7 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 6 1 4 6 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 99P05496

【提出日】 平成15年 7月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G03H 1/12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社
内

【氏名】 塚越 拓哉

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 T D K株式会社
内

【氏名】 吉成 次郎

【特許出願人】

【識別番号】 000003067

【氏名又は名称】 T D K株式会社

【代理人】

【識別番号】 100076129

【弁理士】

【氏名又は名称】 松山 圭佑

【選任した代理人】

【識別番号】 100080458

【弁理士】

【氏名又は名称】 高矢 諭

【選任した代理人】

【識別番号】 100089015

【弁理士】

【氏名又は名称】 牧野 剛博

【手数料の表示】**【予納台帳番号】** 006622**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【その他】** 平成 1 5 年 6 月 2 7 日付で名称変更届を提出しております。**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 空間光変調器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に、複数のマイクロミラーをアレー状に配列し、各マイクロミラーの反射面の傾きを、前記基板との間に作用する静電引力により一方又は他方の反射角の状態に独立制御可能な空間光変調器であって、

前記マイクロミラーに入射するコリメート光に対して、一方の反射角の状態のときに、反射光を一点に収束させるように、マイクロミラー毎に反射角度分布を与えたことを特徴とする空間光変調器。

【請求項 2】

基板上に、複数のマイクロミラーをアレー状に配列し、各マイクロミラーの反射面の傾きを、前記基板との間に作用する静電引力により一方又は他方の反射角の状態に独立制御可能な空間光変調器であって、

前記マイクロミラーアレーに反射率分布を与えたことを特徴とする空間光変調器。

【請求項 3】

請求項 2 において、前記反射率分布は、前記一方の反射角の状態のときに、光強度がガウス分布の入射光を均一な光強度分布の反射光とするように、ガウス分布とほぼ反比例するように設定されたことを特徴とする空間光変調器。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 において、前記マイクロミラーの表面に設けられた反射率変調膜の膜厚がマイクロミラー毎に調整されることにより、前記反射率分布を与えられていることを特徴とする空間光変調器。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかにおいて、前記マイクロミラーの配列面が、凹又は凸の曲面とされたことを特徴とする空間光変調器。

【請求項 6】

請求項 2 又は 3 において、前記マイクロミラーアレーの前面に、マイクロミラ

ーと同数、且つ、同ピッチでマイクロアパーチャが形成されたマスクプレートが配置され、前記マイクロアパーチャは前記マイクロミラーよりも小さな面積とされ、前記マイクロミラーは、少なくとも一方の反射角の状態のとき、前記マスクプレートとの平行面から傾斜し、この傾斜角度が、マイクロミラー毎に調整されることにより前記反射率分布が与えられていることを特徴とする空間光変調器。

【請求項 7】

請求項 2 又は 3 において、前記マイクロミラーアレーは、マイクロミラー毎に、その周囲に非反射領域が設けられ、又、前記マイクロミラーアレーの前面には、マイクロアパーチャが、前記マイクロミラーと同ピッチで形成されたマスクプレートが配置され、該マスクプレートは、前記マイクロミラーに対するマイクロアパーチャの重なり面積が変化するように変位可能とされ、これにより実質的に、前記マイクロミラーの反射率分布を与えるようにされたことを特徴とする空間光変調器。

【請求項 8】

請求項 7 において、前記マスクプレートは、前記マイクロミラーアレーの表面と平行に配置され、且つ、前記表面と直交する軸線廻りに回転角度自在とされたことを特徴とする空間光変調器。

【請求項 9】

請求項 6、7 又は 8 において、前記マスクプレートは、前記マイクロミラーアレーの表面と平行な軸線廻りに回転角度調節自在とされたことを特徴とする空間光変調器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、マイクロミラーアレーを用いて、焦点を可変としたり、あるいは光強度分布を調整するようにした空間光変調器に関する。

【0002】

【従来の技術】

光学素子自体に焦点距離の調節機能を持たせた可変焦点光学素子については従

来から様々な提案がなされている。

【0003】

このような可変焦点光学素子のうち、可変焦点ミラーについては、シリコンダイアフラムに膜厚分布を与えて、焦点距離可変の放物面状の凹面鏡を形成したものがあ

【0004】

又、従来、光強度がガウシアン分布の入射光に対して、光強度分布を均一に変調するという要請がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記可変焦点ミラーは、シリコンダイアフラムを用いているため、焦点距離の切換えに時間がかかり、応答性が悪いという問題点がある。

【0006】

又、光強度がガウシアン分布の入射光に対して、光強度分布を均一に変調するために、特殊な屈折率分布を有するレンズを用いたりしなければならず、コストが高くなるという問題点がある。

【0007】

本発明は、上記従来の問題点に鑑みてなされたものであって、迅速に焦点位置を変化させることができる空間光変調器を提供することを目的とする。

【0008】

又、レンズを用いることなく、光強度分布を変調することができるようにした空間光変調器を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明者は、鋭意研究の結果、DMD（デジタルマイクロミラーデバイス：商標）と称される空間光変調器におけるマイクロミラーに反射角度分布を与えることによって、反射光の焦点距離を迅速に切換え可能であり、反射率分布を与えることにより均一な光強度分布を得ることができることを見出した。

【0010】

即ち、以下の本発明により上記目的を達成することができる。

【0011】

(1) 基板上に、複数のマイクロミラーをアレー状に配列し、各マイクロミラーの反射面の傾きを、前記基板との間に作用する静電引力により一方又は他方の反射角の状態に独立制御可能な空間光変調器であって、前記マイクロミラーに入射するコリメート光に対して、一方の反射角の状態のときに、反射光を一点に収束させるように、マイクロミラー毎に反射角度分布を与えたことを特徴とする空間光変調器。

【0012】

(2) 基板上に、複数のマイクロミラーをアレー状に配列し、各マイクロミラーの反射面の傾きを、前記基板との間に作用する静電引力により一方又は他方の反射角の状態に独立制御可能な空間光変調器であって、前記マイクロミラーアレーに反射率分布を与えたことを特徴とする空間光変調器。

【0013】

(3) 前記反射率分布は、前記一方の反射角の状態のときに、光強度がガウス分布の入射光を均一な光強度分布の反射光とするように、ガウス分布とほぼ反比例するように設定されたことを特徴とする(2)の空間光変調器。

【0014】

(4) 前記マイクロミラーの表面に設けられた反射率変調膜の膜厚がマイクロミラー毎に調整されることにより、前記反射率分布が与えられていることを特徴とする(2)又は(3)の空間光変調器。

【0015】

(5) 前記マイクロミラーの配列面が、凹又は凸の曲面とされたことを特徴とする(1)乃至(4)のいずれかの空間光変調器。

【0016】

(6) 前記マイクロミラーアレーの前面に、マイクロミラーと同数、且つ、同ピッチでマイクロアパーチャが形成されたマスクプレートが配置され、前記マイクロアパーチャは前記マイクロミラーよりも小さな面積とされ、前記マイクロミラーは、少なくとも一方の反射角の状態のとき、前記マスクプレートとの平行面

から傾斜し、この傾斜角度が、マイクロミラー毎に調整されることにより前記反射率分布が与えられていることを特徴とする（２）又は（３）の空間光変調器。

【0017】

（７）前記マイクロミラーアレーは、マイクロミラー毎に、その周囲に非反射領域が設けられ、又、前記マイクロミラーアレーの前面には、マイクロアパーチャが、前記マイクロミラーと同ピッチで形成されたマスクプレートが配置され、該マスクプレートは、前記マイクロミラーに対するマイクロアパーチャの重なり面積が変化するように変位可能とされ、これにより実質的に、前記マイクロミラーの反射率分布を与えるようにされたことを特徴とする（２）又は（３）の空間光変調器。

【0018】

（８）前記マスクプレートは、前記マイクロミラーアレーの表面と平行に配置され、且つ、前記表面と直交する軸線廻りに回転角度自在とされたことを特徴とする（７）の空間光変調器。

【0019】

（９）前記マスクプレートは、前記マイクロミラーアレーの表面と平行な軸線廻りに回転角度調節自在とされたことを特徴とする（６）、（７）又は（８）の空間光変調器。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下本発明の実施の形態の例を図面を参照して詳細に説明する。

【0021】

図１（Ａ）、（Ｂ）に示されるように、本発明の実施の形態の第１例に係る空間光変調器（以下、SLM）１０は、基板１２上に、多数のマイクロミラー１４Ａ、１４Ｂ、１４Ｃ、…１４Ｉを、メモリーセル１６Ａ、１６Ｂ、１６Ｃ、…１６Ｉに対応してアレー状に配列し、各マイクロミラー１４Ａ、１４Ｂ、１４Ｃ、…を前記メモリーセル１６Ａ、１６Ｂ、１６Ｃ、…との間に作用する静電引力の印加又は解除により、選択的に２つの反射角の一方又は他方の状態となるようにしたものであって、前記マイクロミラー１４Ａ、１４Ｂ、１４Ｃ、…で構成され

るマイクロミラーアレー 14 は、図 1 (A) に示されるような、前記一方の反射角の状態のときに、入射するコリメート光 C に対して、反射光を一点に収束させ、且つ、前記他方の反射角の状態のときは、図 1 (B) に示されるように、コリメート光 C に対して、反射光を発散させるように、反射角度分布が与えられている。

【0022】

図 1 における符号 18 は制御装置であり、メモリーセル 16 A、16 B、16 C、…の各々を介して、マイクロミラー 14 A、14 B、14 C、…を、同時に、前記一方の反射角の状態又は他方の反射角の状態となるように制御するものである。

【0023】

この SLM10 は、制御装置 18 によって、マイクロミラー 14 A、14 B、14 C、…の姿勢を、一方から他方の反射角となるように迅速に切換えることができる。

【0024】

上記マイクロミラー 14 A、14 B、14 C、…の反射角度分布は、例えば、基板 12 を可撓性材料により構成して、マイクロミラーアレー 14 を形成してから、例えば凹球面に湾曲することによって形成させる。

【0025】

なお、本発明は、前記一方の反射角の状態のときに反射光を一点に収束できれば、他方の反射角の状態は、発散反射光を形成する場合に限定されない。

【0026】

次に、図 2 に示される、本発明の実施の形態の第 2 例に係る SLM20 について説明する。

【0027】

この SLM20 は、マイクロミラーアレー 24 を構成するマイクロミラー 24 A、24 B、24 C、24 D、24 E、…の各々に反射率分布を与えたものである。

【0028】

マイクロミラー 24 A、24 B、…は、通常図 3 に示されるように、A 1 層 26 により構成されていて、この A 1 層 26 の表面に、膜厚に応じて反射率を変調する材料、例えば A u 薄膜 27 を設け、この A u 薄膜 27 に膜厚分布を与えることにより反射率分布を形成する。

【0029】

A u 薄膜 27 の場合、A 1 層 26 が充分厚ければ、膜厚と光学特性（反射率、透過率、吸収率）との関係は、図 4 に示されるようになり、A u 薄膜 27 の膜厚分布によりマイクロミラー 24 A、24 B、…の反射率分布を形成することができる。この場合、A u 薄膜 27 は厚い程、A 1 層 26 の反射率を低下させることになる。

【0030】

例えば、光強度がガウシアン分布（強度が $1/e^2$ となるビーム径が 20 mm）の入射光（図 5 の実線参照）を、均一な光強度分布の反射光とするためには、図 5 において一点鎖線で示されるように、入射光のビーム中心から離れる程、A u 薄膜 27 を薄くして反射率分布を与える。これにより、図 5 において破線で示されるように、反射光の強度分布が均一となる。

【0031】

又、マイクロミラーの反射率分布は、図 6 に示されるように、例えばガラス（B k 7）からなるミラー基板 28 上に形成される A 1 薄膜 29 の膜厚分布により形成してもよい。

【0032】

この場合、A 1 薄膜 29 の膜厚が大きいとき反射率が大きくなって、反射率分布が形成される。A 1 薄膜 29 の厚さと光学特性（反射率、透過率、吸収率）との関係は、図 7 に示されるようになる。

【0033】

図 8 に示されるように、光強度がガウシアン分布（強度が $1/e^2$ となるビーム径が 20 mm）の入射光（実線）は、一点鎖線で示されるように A 1 薄膜 29 の厚さを、図 5 と反対に、入射光ビームの中心から離れる程厚くすると、破線で示されるような均一な光強度分布の反射光が得られる。

【0034】

なお、図6、図8に示されるように鏡面を構成する金属薄膜の厚さにより反射率分布を形成する場合は、ミラー基板28の表面の反射率が高いときは、その影響により所望の反射率分布を得ることができない。

【0035】

この場合は、例えば図9に示されるように、金属薄膜（A1薄膜を含む）29Aとミラー基板28との間に、例えばフタロシアニン色素と紫外線硬化樹脂との混合物からなる光吸収層29Bを形成するとよい。金属薄膜の材料は、A1の他に、Ag、Pt、Cr等がある。

【0036】

マイクロミラー24A、24B、…の反射率分布は、前記Au薄膜27あるいは金属薄膜（A1薄膜を含む）29Aの膜厚分布に対応することになるが、この膜厚分布は、例えば次のように形成する。

【0037】

まず、小さな単位エリア（例えば一辺が12 μ mの正方形）に分割されたパターンを持つマスク（ディザマスク）を用い、この単位エリアの平均的な透過率に変化を与えて中間調の露光を可能にし、加工形状に応じた露光分布を持つフォトマスクを製作する。

【0038】

このフォトマスクを用いて、A1層26上に予め厚く形成されたAu薄膜27等を、通常の露光、エッチングの過程を経て、マイクロミラー毎にエッチング深さを変調して、所定の膜厚分布を得る。

【0039】

上記膜厚分布は、前述の如く、マイクロミラーアレーに反射率分布を与えるものであり、この反射率分布は、例えば、光強度がガウス分布の通常の入射光に対して、反射光における光強度の分布が均一となるようにする。

【0040】

なお、前記Au薄膜、A1薄膜は、これに限定されるものでなく、膜厚により反射率を変調できる反射率変調膜であればよい。

【0041】

図10に示される本発明の実施の形態の第3例に係るSLM30は、凹曲面状の基板32にマイクロミラー34A、34B、34C、…を形成したものである。又、凸曲面にマイクロミラー34A、34B、34C、…が形成されるようにしてもよい。これらは、可撓性の基板上にマイクロミラーを形成してから、該基板を曲面状とすればよい。

【0042】

前記凹曲面の場合、コリメート光を反射して収束させるときに、その焦点距離をより短くすることができる。

【0043】

次に、図11に示される、本発明の実施の形態の第4例に係るSLM40について説明する。

【0044】

このSLM40においては、マイクロミラー44A、44B、44C、…の反射率分布を、マイクロミラー毎の反射面積を調節することによって与えている。

【0045】

具体的には、基板42におけるマイクロミラーアレーの前面に、マイクロミラー44A、44B、44C、…と同数、且つ、同ピッチでマイクロアパーチャ46A、46B、46C、…が形成されたマスクプレート46が前記マイクロミラーアレーの表面に対して前記表面と平行な軸線廻りに回転角度調節自在に配置され、該マイクロアパーチャ46A、46B、46C、…は前記マイクロミラー44A、44B、44C、…よりも小面積とされ、これらマイクロミラー44A、44B、44C、…は、一方の反射角の状態のとき、前記マスクプレート46との平行面と平行又は傾斜され、その角度が、マイクロミラー毎に調整されることによって、前記のように、反射面積分布が与えられている。

【0046】

反射面積と反射率分布との関係は、図12に示されるように、マイクロアパーチャ46A、46B、46C、…を通った入射光が、その背後のマイクロミラー44によって反射されたとき、反射光の一部がマスクプレート46に遮られるの

で、入射光のビーム径に対して反射光のビーム径が、傾斜角度に応じて小さくなる。

【0047】

従って、マスクプレート46の、マイクロミラー44A、44B、44C、…に対する傾斜角度を調整することによって、反射率分布を与えることができる。

【0048】

なお、前記実施の形態の第4例に係るSLM40は、マスクプレート46の、マイクロミラーアレーに対する傾斜角度が固定であるが、本発明はこれに限定されるものでなく、傾斜角度を可変として、各マイクロミラーの反射面積、即ち実質的な反射率分布を得るようにしてもよい。

【0049】

次に、図13を参照して、本発明の実施の形態の第5例に係るSLM50について説明する。

【0050】

このSLM50は、実施の形態の第4例の場合と同様に、マイクロミラー54A、54B、54C、54D、54E、…の反射面積分布を与えることによって、反射率分布を得るものである。

【0051】

前記マイクロミラー54A、54B、54C、…は、図13に示されるように、各マイクロミラー毎に、その周囲に非反射領域58が設けられ、又、マイクロミラーアレーの前面には、前記非反射領域の内側のマイクロミラー54A、54B、54C、…よりも小面積のマイクロアパーチャ56A、56B、56C、56D、56E、…が、前記マイクロミラー54A、54B、54C、…と同ピッチで形成されたマスクプレート56が配置された構成となっている。

【0052】

前記マスクプレート56は、前記マイクロミラーアレーの表面に正面から見たときの、前記マイクロミラー54に対するマイクロアパーチャ56A、56B、56C、…の重なり面積が変化するように、前記表面と直交する中心軸廻りに変位可能（回転可能）とされ、これにより、マイクロミラー54A、54B、54

C、…の反射面積分布を与えるものである。

【0053】

【発明の効果】

本発明は上記のように構成したので、SLMにおいて、迅速な焦点距離の切換えあるいは光強度分布の切換えをすることができるという優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態の第1例に係るマイクロミラーアレー型空間光変調器の要部を拡大して示す断面図

【図2】

同実施の形態の第2例に係るマイクロミラーアレー型空間光変調器を示す斜視図

【図3】

同要部を模式的に拡大して示す断面図

【図4】

反射率変調膜としてのAu薄膜の厚さとその光学特性との関係を示す線図

【図5】

反射光の強度分布を均一にする場合のAu薄膜の厚さ分布と入射光及び反射光の強度分布の関係を示す線図

【図6】

ミラー基板上に反射膜を設けてマイクロミラーを構成する例を拡大して示す模式図

【図7】

反射膜としてのAl薄膜の膜厚とその光学特性との関係を示す線図

【図8】

反射光の強度分布を均一にする場合のAl薄膜の厚さ分布と入射光及び反射光の強度分布の関係を示す線図

【図9】

反射膜とミラー基板との間に光吸収層を介在させる場合を示す拡大模式図

【図 10】

本発明の実施の形態の第 3 例に係るマイクロミラーアレー型空間光変調器の要部を拡大して示す斜視図

【図 11】

本発明の実施の形態の第 4 例に係るマイクロミラーアレー型空間光変調器の要部を拡大して示す斜視図

【図 12】

同第 4 例におけるマイクロミラーとマイクロアパーチャとの関係を拡大して示す斜視図

【図 13】

本発明の実施の形態の第 5 例に係るマイクロミラーアレー型空間光変調器の要部を拡大して示す正面図

【符号の説明】

10、20、30、40、50…空間光変調器

12、22、32、42…基板

14…マイクロミラーアレー

14A、14B、14C、14D、14E、

14F、14G、14H、14I、…、

24A、24B、24C、24D、24E、…、

34A、34B、34C、34D、34E、…、

44A、44B、44C、44D、44E、…、

54A、54B、54C、54D、54E、… …マイクロミラー

16A、16B、16C、16D、16E、

16F、16G、16H、16I、… …メモリーセル

18…制御装置

26…A1層

27…Au薄膜

28…ミラー基板

29A…A1薄膜

29B...光吸収層

46、56...マスクプレート

46A、46B、46C、46D、46E、...

56A、56B、56C、56D、56E、... ...マイクロアパーチャ

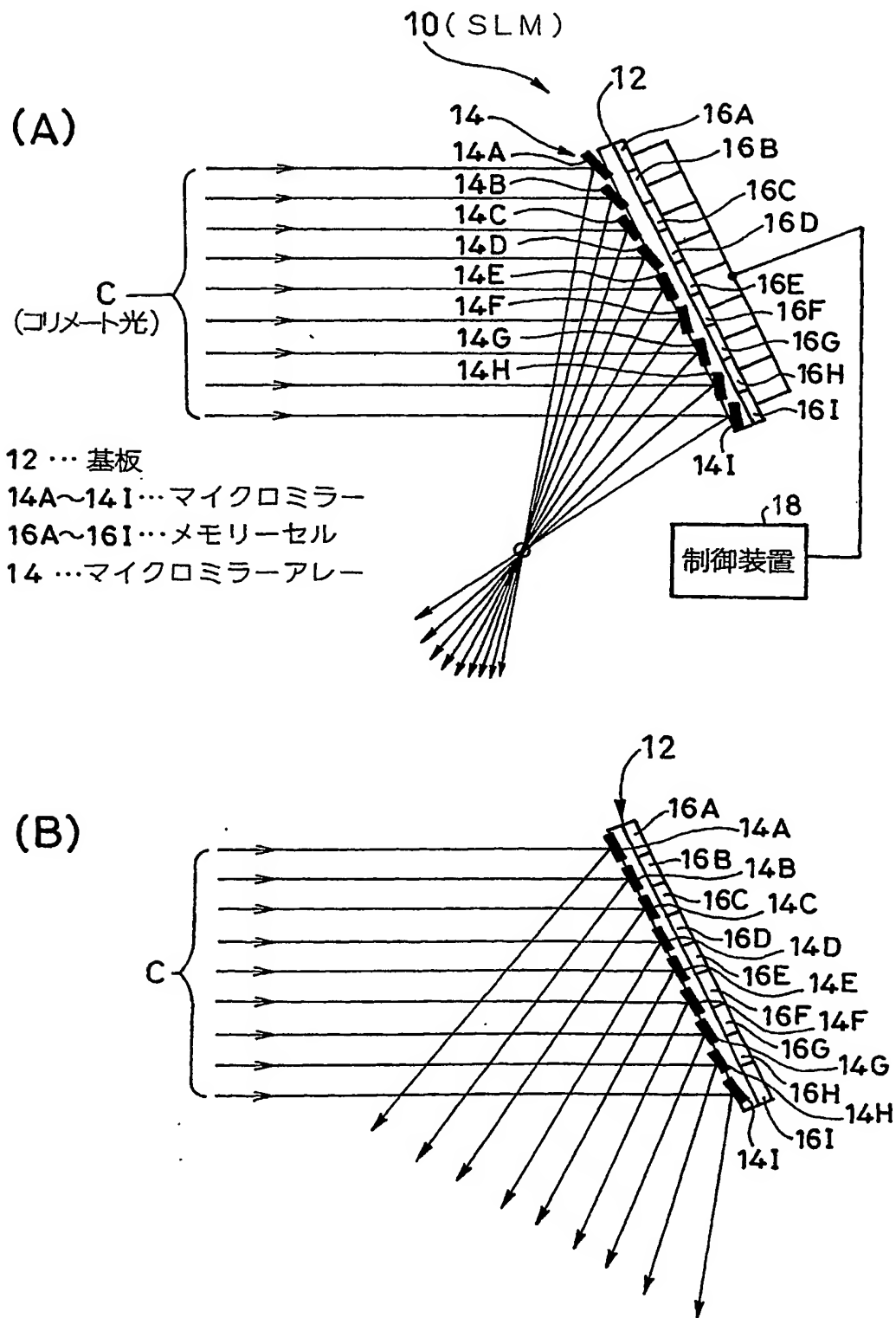
58...非反射領域

C...コリメート光

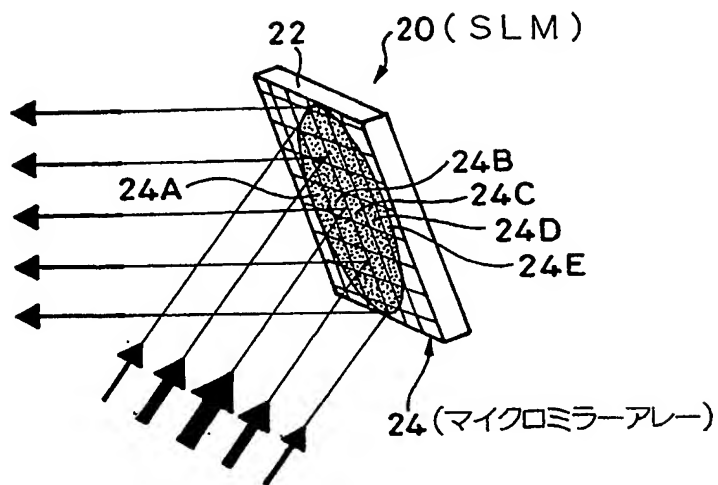
【書類名】

図面

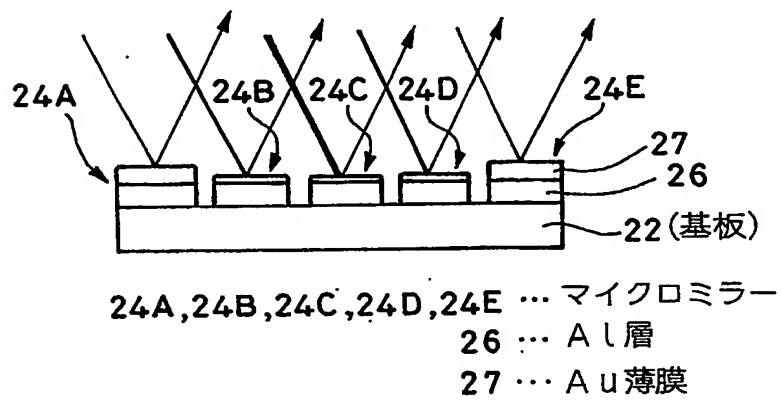
【図1】



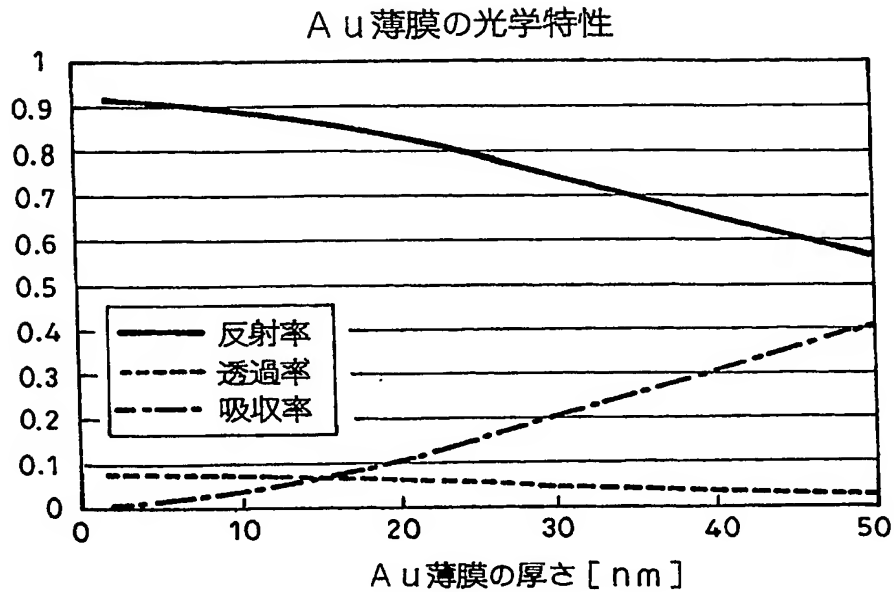
【図 2】



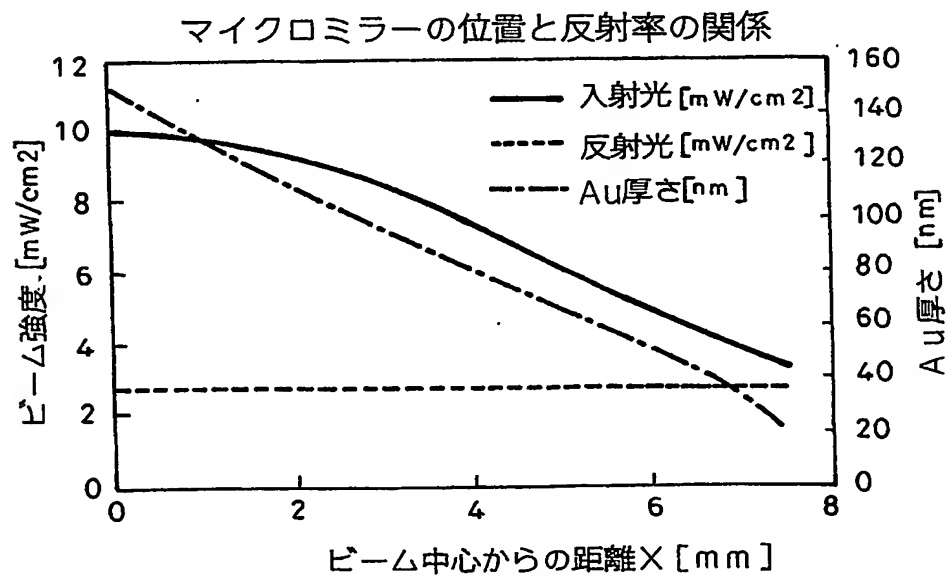
【図 3】



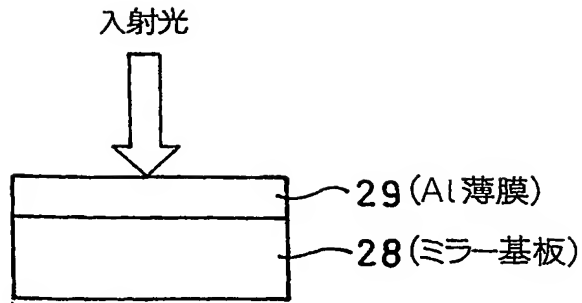
【図4】



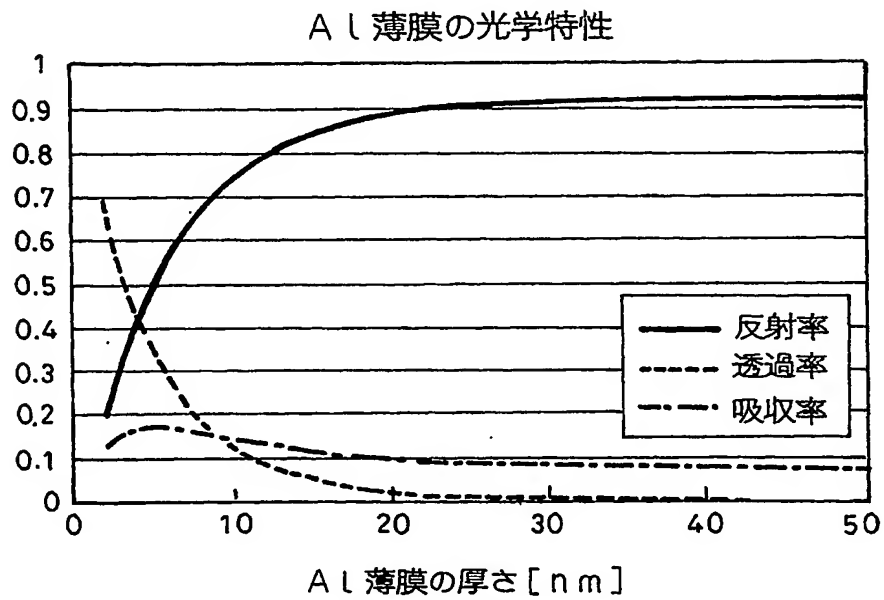
【図5】



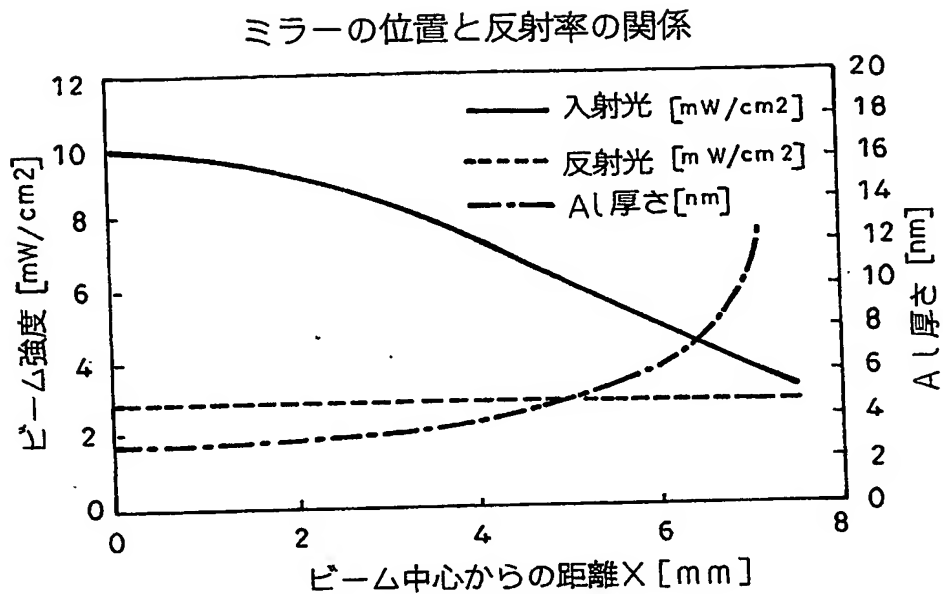
【図 6】



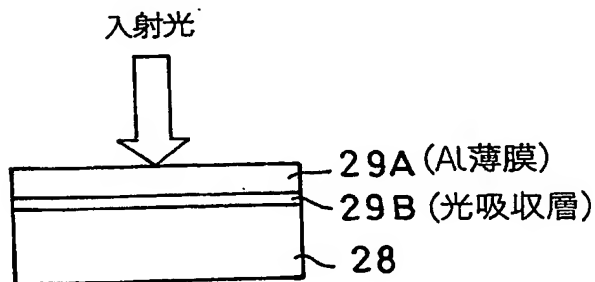
【図 7】



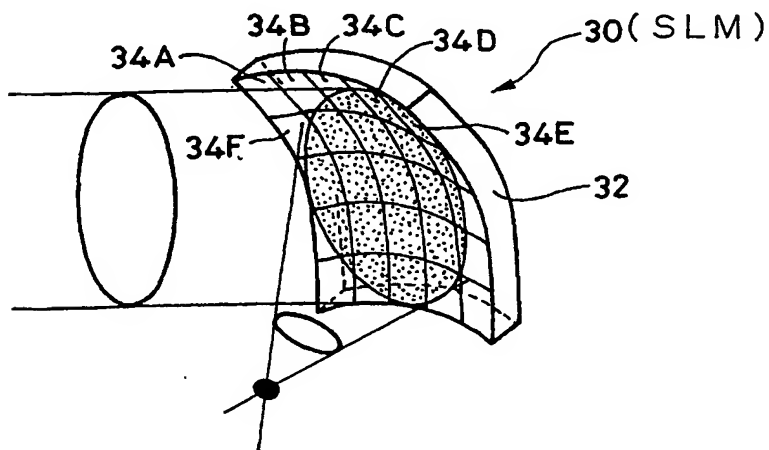
【図 8】



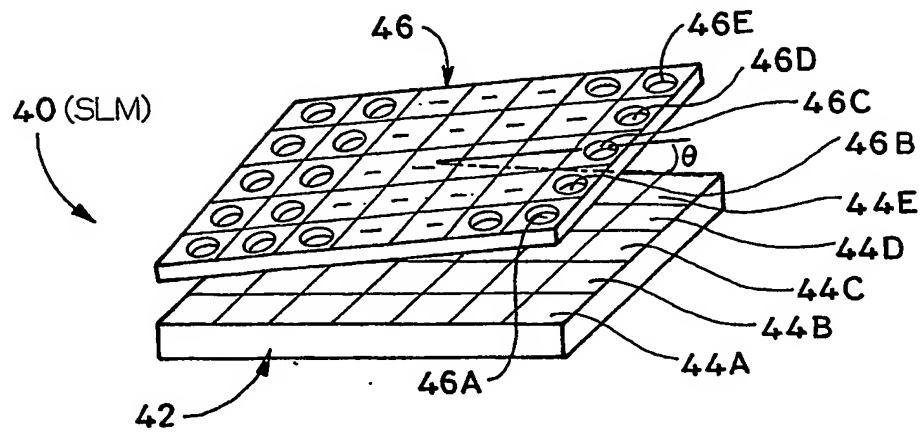
【図 9】



【図 10】

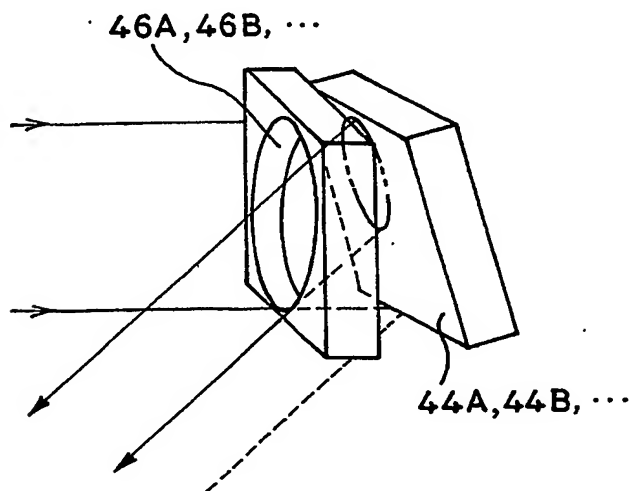


【図 11】

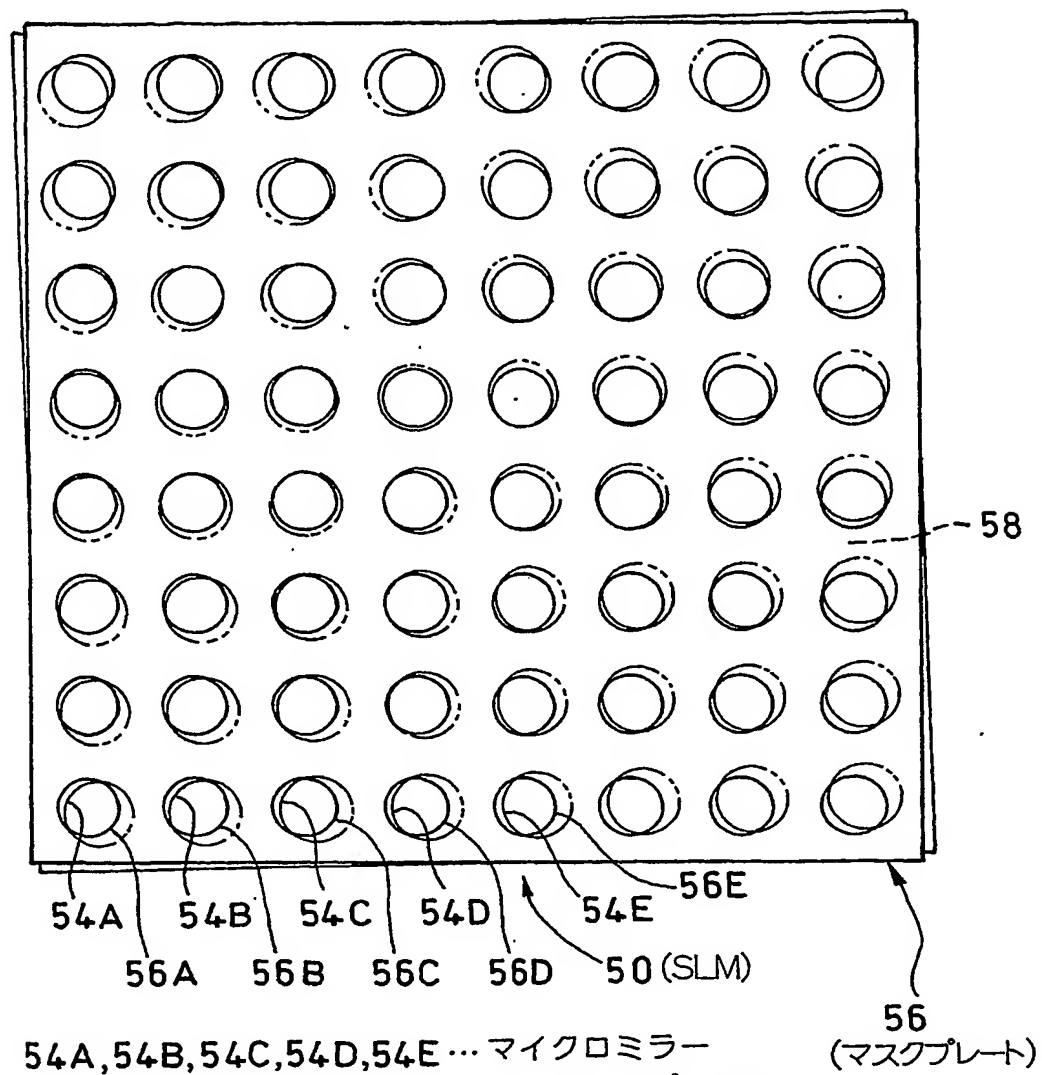


- 42 …… 基板
 44A, 44B, 44C, 44D, 44E …… マイクロミラー
 46 …… マスクプレート
 46A, 46B, 46C, 46D, 46E …… マイクロアパーチャ

【図 12】



【図13】



54A, 54B, 54C, 54D, 54E... マイクロミラー
56A, 56B, 56C, 56D, 56E... マイクロアパーチャ
58... 非反射領域

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 焦点距離や光強度分布を迅速に切換え可能な空間光変調器を提供する

。

【解決手段】 空間光変調器 10 は、基板 12 上に多数のマイクロミラー 14 A、14 B、14 C、…を配置してなり、このマイクロミラー 14 A、14 B、14 C、…は、入射するコリメート光に対して、一方の反射角の状態のときに、反射光を一点に収束させ、他方の反射角の状態のときに、反射光を発散させるように、マイクロミラー毎に反射角度分布を与えられている。

【選択図】 図 1

特願 2003-197081

出願人履歴情報

識別番号

[000003067]

1. 変更年月日

2003年 6月27日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

氏 名

TDK株式会社